

## **Procedure and device for determination of the position of a valve and determination of the speed of an actuator for the valve for use in an automobile automatic braking system**

**Patent number:** DE10021436  
**Publication date:** 2001-01-11  
**Inventor:** BERTHOLD THOMAS (DE); GURZAWSKI TIMO (DE)  
**Applicant:** CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG (DE)  
**Classification:**  
- **international:** **B60T7/04; B60T8/36; B60T15/02; G05D16/20; B60T7/04; B60T8/36; B60T15/00; G05D16/20; (IPC1-7): B60T8/36; B60T8/32; B60T13/68**  
- **european:** B60T7/04B; B60T8/36; B60T8/36F4; B60T15/02E2; G05D16/20  
**Application number:** DE20001021436 20000503  
**Priority number(s):** DE20001021436 20000503; DE19991020574 19990504

[Report a data error here](#)

### **Abstract of DE10021436**

Procedure has the following steps: determination of an closing (offset) signal from a nominal brake pressure, determination of a closing impulse from comparison of the actual value of the nominal brake pressure with a past value for the nominal pressure, determination of a position signal from a comparison of nominal and actual brake pressure, determination of a damping signal and determination of a position value from the other values. An Independent claim is made for a device for controlling a vehicle brake system.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



⑥6 Innere Priorität:  
199 20 574. 4 04. 05. 1999

⑦1 Anmelder:  
Continental Teves AG & Co. oHG, 60488 Frankfurt,  
DE

⑦2 Erfinder:  
Berthold, Thomas, 64293 Darmstadt, DE;  
Gurzawski, Timo, 63533 Mainhausen, DE

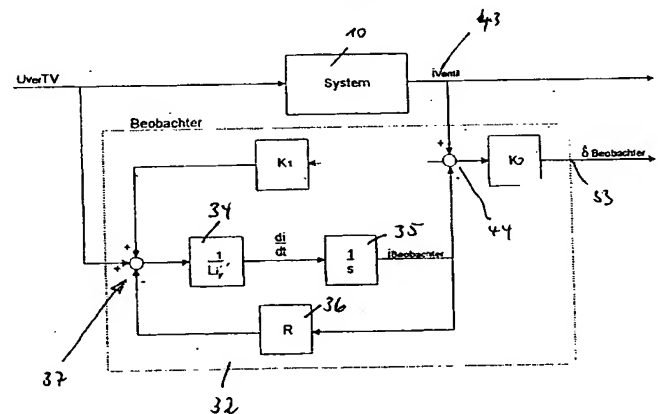
**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Rechercheantrag gem. Paragraph 43 Abs. 1 Satz PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren und Einrichtung zum Ermitteln einer Stellgröße eines Ventils und Verfahren und Einrichtung zum Ermitteln einer die Bewegungsgeschwindigkeit eines Aktuators eines Ventils wiedergebenden Größe

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum Ermitteln einer Stellgröße eines Ventils in einer Fahrzeugbremsanlage aus einem Soll-Bremsdruck, Ist-Bremsdruck und einer die Bewegungsgeschwindigkeit des Ventils wiedergebenden Größe sowie ein Verfahren und eine Einrichtung zum Ermitteln dieser die Bewegungsgeschwindigkeit eines Aktuators dieses Ventils wiedergebenden Größe.

Um aus der Ansteuerung eines Motor-Pumpen-Aggregates resultierende Druckimpulse in einer Fahrzeugbremsanlage zu vermeiden, wird die Ventilstößelbewegung eines Magnetventils (10) gedämpft, indem eine die Öffnungsgeschwindigkeit des Ventilstößels wiedergebende Größe in einer Einrichtung (32) bestimmt und als Regelgröße bei der Regelung verwendet wird.



Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln einer Stellgröße eines Ventils in einer ABS-, ASR-, ESP-, EHB-, ACC- und dergleichen geregelten Fahrzeugbremsanlage aus einem Soll-Bremsdruck, Ist-Bremsdruck und einer die Bewegungsgeschwindigkeit eines Aktuators des Ventils wiedergebenden Größe sowie einer Einrichtung zum Einstellen eines Bremsdrucks über ein Ventil. Dieses Ventil wird von der Einrichtung entsprechend eines ermittelten Soll-Bremsdrucks, Ist-Bremsdruck und einer die Bewegungsgeschwindigkeit eines Aktuators des Ventils wiedergebenden Größe über Ansteuersignale angesteuert, wobei das Ventil über ein elektromagnetisches Element, vorzugsweise eine Spule, betätigt wird.

Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren und eine Einrichtung zum Ermitteln einer die Bewegungsgeschwindigkeit eines Aktuators eines Ventils wiedergebenden Größe, in einer ABS-, ASR-, ESP-, EHB-, ACC- und dergleichen geregelten Fahrzeugbremsanlage.

Solche Verfahren und Einrichtungen finden insbesondere bei Fahrzeugregelsystemen Anwendung, die eine intelligente Bremsanlage aufweisen, welche in der Lage ist, unabhängig und/oder in Interaktion mit dem Fahrer eine gezielte radindividuelle Bremsung durchzuführen.

Dabei handelt es sich vorzugsweise um eine Bremsschlupfregelung (ABS), welche während des Bremsvorgangs das Blockieren der einzelnen Räder verhindern soll, um eine Antriebsschlupfregelung (ASR) welche das Durchdrehen der angetriebenen Räder verhindert, um eine Giermomentregelung (ESP), welche für stabile Fahrzustände beim Durchfahren einer Kurve (z. B. auch verursacht durch externe Größen, wie Seitenwind) sorgt, um eine elektro-hydraulische Bremse (EHB), welche über elektrische Ansteuersignale die hydraulische Bremsung durchführt und um eine adaptive Abstandsregelung (ACC), die eine Geschwindigkeit des Fahrzeugs in Abhängigkeit von einem vorgegebenen, situationsabhängigen Abstand regelt.

Bei Bremsanlagen, welche eine Hydraulik besitzen, erfolgt der Druckaufbau in der Regel über sogenannte Motor-Pumpen-Aggregate, die aus einem fremderregten Gleichstrommotor und aus einer Radialkolbenpumpe, mit zwei um 180° versetzten Kolben bestehen.

Zum Regeln bzw. Steuern der Bremsflüssigkeit benötigen die Bremsanlagen aufwendige Proportionalventile oder sind nur in der Lage, stufige Bremsdruckverläufe durch diskretes Ventilschalten darzustellen.

Aus der DE 196 54 769 A1 ist ein Verfahren zum Erzeugen eines Bremssolldrucks bekannt, bei dem der Bremsmessdruck erfaßt wird und ein Druckaufbausignal und ein Druckabbausignal an Ventile zum Einstellen des Bremssolldrucks ausgegeben werden.

Aus der DE 196 20 037 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Ansteuern eines Magnetventils bekannt, das eine Spule und einen beweglichen Anker umfasst. Zur Bewegung des Ankers wird die Spule mit Strom und/oder Spannung getaktet beaufschlagt. Durch unterschiedliche Ansteuerungen ist das Magnetventil wahlweise als Schaltventil oder als Druckbegrenzungsventil betreibbar.

Ein Nachteil der oben beschriebenen Verfahren liegt darin, dass der Regelungsprozess für das Öffnen und Schließen des Ventils nicht optimal gesteuert werden kann, wenn digital schaltende Ventile verwendet werden. Dabei entstehen in Fahrzeugbremsanlagen ohne aktiven Bremskraftverstärker beim Druckaufbau über eine geeignete Regelung des Motor-Pumpen-Aggregats und den Schaltventilen Druckpulsationen in der Bremse. Die Drucksprünge, welche die Pumpe verursacht, können bis zu vier bar betragen. Diese sind insbesondere bei einem Abstandsregelsystem (Adaptive Cruise Control = ACC) zu vermeiden, da ein ACC-System vor allem als Komfort-System gesehen wird. Drucksprünge von mehr als einem bar werden daher beim Bremsen als unangenehm empfunden, weil die Bremskraft ruckartig ansteigt, bzw. abfällt. Durch die Regelung der Ventile sollen diese Pulsationen gedämpft werden. Darüber hinaus kann ein wiederholtes diskretes Ventilschalten zum Erreichen stufiger Bremsdruckverläufe störenden Lärm erzeugen, wenn zum Aufbauen des Bremsdrucks diskrete Ventile wiederholt geöffnet und geschlossen werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Einrichtung zum Ermitteln einer Stellgröße eines Ventils und einer die Bewegungsgeschwindigkeit eines Aktuators eines Ventils wiedergebenden Größe zu schaffen, die eine verbesserte Ventilansteuerung kostengünstig realisieren. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, mit einem Motor-Pumpen-Aggregat eine komfortable Fremdbremsung zu ermöglichen.

Eine Fremdbremsung aktiviert die Betriebsbremse des Fahrzeugs fahrerunabhängig.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Abhängige Ansprüche sind auf bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung gerichtet.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass eine Stellgröße eines Ventils in einer ABS-, ASR-, ESP-, EHB-, ACC- und dgl. geregelten Fahrzeugbremsanlage aus einem Soll-Bremsdruck, Ist-Bremsdruck und einer die Bewegungsgeschwindigkeit eines Aktuators des Ventils wiedergebenden Größe durch die Schritte Ermitteln eines vom Soll-Bremsdruck abhängigen Schließsignales (Offset), Ermitteln eines Schließimpulses aus dem Vergleich eines aktuellen Wertes des Soll-Bremsdruckes mit einem zeitlich zurückliegenden Wert des Soll-Bremsdruckes, Ermitteln eines Stellsignales aus dem Vergleich des Soll-Bremsdruckes mit dem Ist-Bremsdruck, Ermitteln eines Dämpfungssignales aus der Bewegungsgeschwindigkeit eines Aktuators des Ventils, und Ermitteln der Stellgröße aus der Summation des Schließsignales, des Schließimpulses, des Stellsignales und des Dämpfungssignales, gebildet wird.

Ferner wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass eine die Bewegungsgeschwindigkeit eines Aktuators eines Ventils wiedergebende Größe, in einer ABS-, ASR-, ESP-, EHB-, ACC und dgl. geregelten Fahrzeugbremsanlage durch die Schritte modellbasiertes Ermitteln einer ersten Größe eines unbewegten Aktuators des Ventils, Ermitteln einer zweiten Größe eines bewegten Aktuators des Ventils, Ermitteln der Bewegungsgeschwindigkeit des Aktuators nach Massgabe der ersten und zweiten Größe, ermittelt wird. Dabei wird vorzugsweise die erste Größe in einem Magnetventil-Modell aus der Versorgungsspannung bestimmt und die zweite Größe anhand des gemessenen Ventilstromes ermittelt. Vorzugsweise wird in dem Magnetventil-Modell aus der Stellgröße  $U_{ver}$  ein Modellstrom nach der Beziehung

$$\frac{di}{dt} = \frac{1}{Li} [U_{ver} - i \cdot R_{Spule}]$$

mit

$$Li = \frac{\partial \Psi}{\partial i}$$

elektrische Induktivität,  $i \cdot R_{Spule}$  = Spannungsabfall des Widerstandes der Ventilspule, gebildet.

Als Wert für die elektrische Induktivität  $Li$  wird nach einer Ausbildungsform des Verfahrens eine konstante Größe verwendet wird.

Dabei bildet die in dem Magnetventil-Modell nach der Beziehung

$$\frac{di}{dt} = \frac{1}{Li} [U_{ver} - i \cdot R_{Spule}]$$

vernachlässigte Gegeninduktionsspannung die Differenzgröße des Modellstromes zu dem Ventilstrom.

Die ermittelte Differenzgröße wird in zweckmäßiger Weise über eine Fehleranpassungs-Konstante  $K1$  an den Eingang des Beobachters rückgekoppelt.

Eine geeignete Einrichtung zum Einstellen eines Bremsdruckes über ein Ventil, vorzugsweise zur Durchführung des Verfahrens, weist erfindungsgemäß eine erste Ermittlungseinheit zum Ermitteln eines vom Soll-Bremsdruck abhängigen Schließsignales (Offset) auf, eine zweite Ermittlungseinheit zum Ermitteln eines Schließimpulses aus dem Vergleich eines aktuellen Wertes des Soll-Bremsdruckes mit einem zeitlich zurückliegenden Wert des Soll-Bremsdruckes auf, einer dritten Ermittlungseinheit zum Ermitteln eines Stellsignales aus dem Vergleich des Soll-Bremsdruckes mit dem Ist-Bremsdruck auf, einer vierten Ermittlungseinheit zum Ermitteln eines Dämpfungssignales aus der Bewegungsgeschwindigkeit des Ventils auf und einer fünften Ermittlungseinheit zum Ermitteln der Stellgröße aus der Summation des Schließsignales, des Schließimpulses, des Stellsignales und des Dämpfungssignales auf.

Eine erfindungsgemäße Einrichtung zum Ermitteln einer die Bewegungsgeschwindigkeit eines Aktuators eines Ventils wiedergebenden Größe, weist ein Magnetventil-Modell der Bewegungsgeschwindigkeit eines unbewegten Aktuators des Ventils, einen Vergleicher für Modellausgangswerte und entsprechende Messwerte oder davon abgeleitete Werte, und eine Ermittlungseinrichtung zum Ermitteln der Bewegungsgeschwindigkeit des Aktuators nach Massgabe des Vergleichsergebnisses auf.

Das Verfahren und die Einrichtung vermeidet durch eine Dämpfung des Aktuators des Ventils die Pulsationen bzw. Drucksprünge, die durch das Motor-Pumpen-Aggregat in der Bremsanlage erzeugt werden. Dabei werden nur Größen verwendet, die für Messungen in einer bestehenden ESP-Anlage (ESP = Elektronisches Stabilitäts Programm) in Betracht gezogen werden. Die Ausgangsgröße für alle Magnetventilregler ist immer die Versorgungsspannung des Ventils. Das Verfahren und die Einrichtung verwendet zum Einstellen der Stellgröße bzw. der Ventilspannung und damit zum Regeln des Bremsdruckes, die Differenzen aus dem Soll- und Ist-Bremsdruck. Zur Verbesserung der Regelqualität wird die Anker-/Stößelbewegung gedämpft, um das Öffnen des Ventils zu beschränken. Das Ventil soll nicht ganz öffnen und einen geringeren Volumenstrom aus der Bremse ausströmen lassen, wodurch sich ein sanfterer Druckradient einstellen läßt. Die Stellgröße wird aus den Eingangsgrößen Soll-Bremsdruck, Ist-Bremsdruck und Anker-/Stößelgeschwindigkeit zum Dämpfen der Bewegung gebildet.

Bezugnehmend auf die beiliegenden Zeichnungen wird die Erfindung genauer erläutert.

Es zeigen

Fig. 1 ein als Trennventil in einer Fahrzeugbremsanlage eingesetztes Magnetventil.

Fig. 2 ein Blockschaltbild zum Ermitteln einer Stellgröße eines Ventils gemäß Fig. 1,

Fig. 3 ein Blockschaltbild einer Einrichtung (Beobachter) zum Ermitteln einer die Bewegungsgeschwindigkeit eines Aktuators eines Ventils wiedergebenden Größe.

Fig. 1 zeigt schematisch ein als Trennventil **10** in einer Fahrzeugbremsanlage eingesetztes Magnetventil. Es handelt sich hierbei um ein 2/2-Wege-Kugelsitzventil, das im umbestromten Zustand geöffnet ist. Eine andere Bezeichnung dafür ist auch "Stromlos Offenes Ventil" oder SO-Ventil. Die wesentlichen Bestandteile des Trennventils **10** sind der Anker **11**, die Spule **12**, das Gehäuse der Spule **13**, das Gehäuse des Ventils **14**, der Magnetkern **15**, die Ventilöffnung **16**, der Radialluftspalt **17** zwischen Anker und Gehäuse, Druckfeder **18**, Arbeitsluftspalt **19**, Druckfeder **20** und Ventilstößel **21**.

Die elektrische Grundgleichung des magnetischen Trennventils **10** besteht aus der anliegenden Versorgungsspannung  $U_{VER}$  und den Spannungsanteilen aus der Spule. Der Spannungsanteil der Spule **12** setzt sich zum einen aus dem reinen ohmschen Spannungsabfall des Widerstands  $i \cdot R_{Spule}$  und zum anderen aus einer veränderlichen Induktivität, dem verketteten magnetischen Fluss  $\Psi$  zusammen. Der magnetische Fluss ist vom Strom und der Lage des Ankers abhängig. Der allgemeine Spannungs- und Stromlauf ist in der Gleichung 1.1

$$U_{VER} = i \cdot R_{Spule} + \frac{d\Psi}{dt}$$

dargestellt.

Die Ableitung des verketteten magnetischen Flusses  $d\Psi/dt$  setzt sich dabei nach der partiellen Differentiation aus den dargestellten Anteilen der Gleichung 1.2 zusammen:

$$\frac{d\Psi}{dt} = \frac{\partial\Psi}{\partial i} \cdot \frac{di}{dt} + \frac{\partial\Psi}{\partial \delta} \cdot \frac{d\delta}{dt}$$

Der zweite Summand in dem die Ankergeschwindigkeit  $d\delta/dt$  des Trennventils **10** enthalten ist, ist die Gegeninduktion oder Gegeninduktionspannung.

Zur Vereinfachung der Schreibweise werden die unten angegebenen Faktoren aus der Gleichung 1.2 durch folgende Variablen nach 1.3 ersetzt:

$$\frac{\partial\Psi}{\partial i} = L_i; \quad \frac{\partial\Psi}{\partial \delta} = L_d$$

Aus den Gleichungen 1.1 bis 1.3 erhält man die Beschreibung der elektrischen Komponente für das Magnetventil bzw. Trennventil 10- Modell. Die Umlaufgleichung 1.4 sieht somit wie folgt aus:

$$U_{VER} = i \cdot R_{Spule} + L_i \frac{di}{dt} + L_d \frac{d\delta}{dt}$$

Löst man die Differentialgleichung erster Ordnung nach der Ableitung des Stroms  $di/dt$  auf, erhält man die Gleichung 1.5

$$\frac{di}{dt} = \frac{1}{L_i} \left[ U_{VER} - i \cdot R_{Spule} - L_d \frac{d\delta}{dt} \right]$$

**Fig. 2** zeigt die Einrichtung **22** zum Ermitteln der Stellgröße  $U_{VER}$  für das SO-Trennventil **10**. Die Eingangsgrößen der Einrichtung (Regler) **22** sind der Soll-Bremsdruck ( $p_{soll}$ ), der Ist-Bremsdruck ( $p_{ist}$ ) und eine die Bewegungsgeschwindigkeit des Trennventils **10** wiedergebende Größe  $\dot{\delta}$ . Bei der Größe  $\dot{\delta}$  handelt es sich um die Anker- bzw. Stößelgeschwindigkeit, vorzugsweise Anker- oder Stößelöffnungsgeschwindigkeit, zum Dämpfen der Bewegung des Ventilstößels **21**.

Im folgenden wird die Ermittlung der Stellgröße  $U_{VER}$  anhand der einzelnen Ermittlungseinheiten 1 bis 5 der **Fig. 2** näher beschrieben.

In der zweiten Ermittlungseinheit 5 wird ein Schließimpuls aus dem Vergleich eines aktuellen Wertes des Soll-Bremsdruckes  $p_{soll}$  mit einem zeitlich zurückliegenden Wert des Soll-Bremsdruckes ermittelt. Dabei wird ein um eine Zeit  $T_{tot}$  zurückliegender Drucksollwert von dem aktuellen Drucksollwert der Fahrzeugbremsanlage in einem Subtrahierer **40** subtrahiert. Die am Ausgang **41** des Subtrahierers **40** anliegende Druckdifferenz gibt an, ob der Gradient des Differenz-Sollbremsdruckes positiv oder negativ ist. Bei dem Übergang von einer negativen zu einer positiven Steigung, die einen Druckaufbau wiedergibt, wird durch die Nichtlinearität **23** und dem nachgeschalteten DT<sub>1</sub>-Glied **24** ein kurzer Schließimpuls am Trennventil **10** erzeugt. Dieser Schließimpuls schließt das Trennventil **10** bei Regelungsbeginn sofort, vorzugsweise innerhalb einer Zeitspanne von 3 bis 5 ms (Millisekunden), da die Spannungen aus den übrigen Ermittlungseinheiten 1 bis 3 am Summationspunkt **25** der fünften Ermittlungseinheit 4 das Schließen des Trennventils **10** erst später erreichen würden. Der negative Schließimpuls wird durch eine nach dem DT<sub>1</sub>-Glied angeordnete zweite Nichtlinearität **26** in der Ermittlungseinheit 5 unterdrückt.

In der ersten Ermittlungseinheit 2 wird aus dem Soll-Bremsdruck ein Schließsignal generiert, um das Trennventil **10** mit einer solldruckabhängigen Offsetspannung zu speisen. Dieses Schließsignal hält das Trennventil **10** in einer elektrisch angesteuerten Endstellung. Durch die Anpassung des Schließsignals (Offsets) an den Sollbremsdruck wird das Schließsignal an die auf den Ventilstößel **21** wirkende bremsdruckabhängige Gegenkraft angepaßt.

Die in der dritten Ermittlungseinheit gebildete Regeldifferenz zwischen Soll- und Ist-Bremsdruck des Stellsignals erhöht oder verringert proportional die Stellgröße bzw. die Ventilspeisung. Dieser Anteil verursacht das Öffnen des Trennventils **10**, wenn der Strom durch das Trennventil den in der ersten Ermittlungseinheit 2 gebildeten minimalen Haltestrom (Offset bzw. Schließsignal) unterschreitet.

In der vierten Ermittlungseinheit 1 wird die Ventilstößelgeschwindigkeit  $\dot{\delta}$  einer Nichtlinearität **27** zugeführt, die nur die positiven Anteile der Geschwindigkeit durchläßt. Diese Ventilstößelöffnungsgeschwindigkeit wird in einem Divisor **28** durch den proportionalen negativen Anteil aus der Differenz des Soll-/Ist-Bremsdruckes aus der dritten Ermittlungseinheit 3 dividiert. Hierzu ist zwischen dem Eingang **42** des Divisors **28** und der dritten Ermittlungseinheit 3 in der Verbindungsleitung **43** eine Nichtlinearität **29** vorgesehen, die den positiven Anteil aus der Differenz aus dem Soll-/Ist-Bremsdruckes unterdrückt. Die Division verringert bei größerem Ist-Bremsdruck als Soll-Bremsdruck die Dämpfung der Öffnungsgeschwindigkeit des Ventilstößels. Hierdurch können Bremsdrucküberschüsse schneller abgelassen werden. Um eine Division durch Null zu vermeiden, wird vorzugsweise als Maximalwert für die Nichtlinearität **29** ein konstanter Offset berücksichtigt.

Das am Ausgang des Divisors **28** anstehende negative Dämpfungssignal wird mit einer negativen Konstanten  $-K_1$  multipliziert, so dass am Summationspunkt **25** ein positives Dämpfungssignal anliegt.

Die unbekannte Größe der Anker-/Ventilstößelgeschwindigkeit wird bevorzugt aus einer Einrichtung (Beobachter) gemäß **Fig. 3** mit Hilfe der Versorgungsspannung  $U_{VER}$  des Trennventils **10** und des gemessenen Ventilstromes bestimmt.

In der Einrichtung gemäß **Fig. 3** wird die Ankergeschwindigkeit  $\dot{\delta}$  als eine proportionale Größe mit einem Beobachter aus den meßbaren Größen rekonstruiert. Dabei wird die Einrichtung **32** (Beobachter) parallel zu dem Prozeß mit der gleichen Struktur aufgebaut. Aus den meßbaren Ein- und Ausgangsgrößen wird die unbekannte Größe, die Öffnungsgeschwindigkeit des Ankers- bzw. Ventilstößels, bestimmt. Durch eine Rückführung der Differenz der Ausgangsgrößen ( $i_{Ventil} - i_{Modell}$ ) mit einem Faktor ( $K_1$ ) wird die Abweichung von Prozeß der Einrichtung **32** im Falle der Konvergenz mi-

niniert. Die unbekannte Geschwindigkeit des Ankers oder Ventilstößels steht nunmehr am Ausgang 33 der Einrichtung 32 zur Verfügung.

Die Einrichtung 32 für die elektrische Beschreibung des Trennventils 10 entspricht einem Prozeß mit unbewegtem bzw. feststehendem Anker 11. Die Blockschaltbildstruktur gemäß Fig. 3 der Einrichtung 32 kommt somit größtenteils dem zuvor beschriebenen Magnetventil-Modell gleich. Die Einrichtung 32 berücksichtigt daher zur Umsetzung der elektrischen Gleichung

$$\frac{di}{dt} = \frac{1}{L_i} \left[ U_{VER} - i * R_{Spule} - L_d \frac{d\delta}{dt} \right] \quad 10$$

in ein Magnetventil-Modell, mit unbewegtem Aktuator 21 oder Anker 11 nach der folgenden Gleichung

$$\frac{di}{dt} = \frac{1}{L_i} \left[ U_{VER} - i * R_{Spule} \right] \quad 15$$

die induzierte Spannung aus der Ankerbewegung (die elektrische Induktivität)

$$L_d \frac{d\delta}{dt} \quad 20$$

nicht. Das Magnetventil-Modell weist erste Mittel 34, 35, 36 zum Ermitteln eines Modellstromes  $i_{Modell}$  auf, wobei Mittel 34 als Wert für die elektrische Induktivität

$$L_i = \frac{\partial \Psi}{\partial i}, \quad 25$$

Mittel 35 ein Integrierer ist und Mittel 36 der Widerstand  $R_{Spule}$  ist. Die Einrichtung 32 weist weiterhin einen Addierer 37 zum vorzeichenrichtigen Summieren der über Mittel 36 abfallenden Spannung (negativer Wert) des Modellstromes sowie einer Fehleranpassungs-Konstanten  $K1$  auf, mittels der das Magnetventil-Modell an die realen Bedingungen angepaßt wird. Weiterhin wird an dem Addierer 37 die Stellgröße  $U_{Ver}$  zu dem rückgekoppelten Spannungsabfall und der Fehleranpassungs-Konstanten  $K1$  addiert. Bevorzugt wird ein konstanter Wert für die elektrische Induktivität  $L_i$  in der Einrichtung 32 verwendet. Die Stellgröße  $U_{Ver}$  geht in das System 10 (Tennventil) ein an dessen Ausgang der Ventilstrom  $i_{Ventil}$  mit zweiten Mitteln 43 gemessen wird. Der gemessene Ventilstrom  $i_{Ventil}$  und der in der Einrichtung 32 bestimmte Modellstrom  $i_{Modell}$  werden einem Vergleicher 44 zugeführt. Durch das Vernachlässigen der Gegeninduktionsspannung in der Einrichtung 32 gibt die Differenz aus dem gemessenen Ventilstrom und dem Beobachterstrom  $i_{Modell}$  ein Maß für die Abweichung der Einrichtung 32 von dem System 10 und somit für die Ankergeschwindigkeit an.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln einer Stellgröße eines Ventils in einer ABS-, ASR-, ESP-, EHB-, ACC- und dgl. geregelten Fahrzeugbremsanlage aus einem Soll-Bremsdruck, Ist-Bremsdruck und einer die Bewegungsgeschwindigkeit des Ventils wiedergebenden Grösse, **gekennzeichnet durch** die Schritte:  
Ermitteln eines vom Soll-Bremsdruck abhängigen Schließsignales (Offset),  
Ermitteln eines Schließimpulses aus dem Vergleich eines aktuellen Wertes des Soll-Bremsdruckes mit einem zeitlich zurückliegenden Wert des Soll-Bremsdruckes,  
Ermitteln eines Stellsignales aus dem Vergleich des Soll-Bremsdruckes mit dem Ist-Bremsdruck,  
Ermitteln eines Dämpfungssignales aus der Bewegungsgeschwindigkeit eines Aktuators des Ventils, und  
Ermitteln der Stellgröße aus der Summation des Schließsignales, des Schließimpulses, des Stellsignales und des Dämpfungssignales. 40
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das vom Soll-Bremsdruck abhängige Schließsignal das Ventil in einer elektrisch angesteuerten Endstellung so lange hält, bis das Schließsignal unter- oder überschritten wird. 45
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Schließimpuls in Abhängigkeit von dem Gradienten des Differenz-Sollbremsdruckes, der eine Druckaufbauererkennung wiedergibt, gebildet und das Ventil in Abhängigkeit von dem Wert des Gradienten beim Regelungsbeginn sofort, vorzugsweise innerhalb einer Zeitspanne von 3 bis 5 ms, geschlossen wird. 50
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Dämpfungssignal aus der Division der Bewegungsgeschwindigkeit durch die Differenz des Soll-/Ist-Bremsdruckes gebildet wird. 55
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Dämpfungssignal bei einem Druckabbau verändert wird. 60
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Dämpfungssignal des Ventils verringert wird, wenn der Ist-Bremsdruck den Soll-Bremsdruckes übersteigt.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass nur der negative Anteil der Regelabweichung aus dem Stellsignal gebildet und nur der positive Anteil der Bewegungsgeschwindigkeit des Aktuators des Ventils durch den negativen Anteil des Stellsignals dividiert wird. 65
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die positive Bewegungsgeschwindigkeit des Aktuators die Öffnungsgeschwindigkeit des Ventilstößels ist.

9. Verfahren zum Ermitteln einer die Bewegungsgeschwindigkeit eines Aktuators eines Ventils wiedergebenden Grösse, in einer ABS-, ASR-, ESP-, EHB-, ACC- und dgl. geregelten Fahrzeugbremsanlage vorzugsweise nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch die Schritte modellbasiertes Ermitteln einer ersten Grösse eines unbewegten Aktuators des Ventils, Ermitteln einer zweiten Grösse eines bewegten Aktuators des Ventils, Ermitteln der Bewegungsgeschwindigkeit des Aktuators nach Maßgabe der ersten und zweiten Grösse.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Grösse aus der Versorgungsspannung bestimmt wird und die zweite Grösse anhand des gemessenen Ventilstromes ermittelt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Grösse in einem Magnetventil-Modell ermittelt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Magnetventil-Modell aus der Stellgrösse  $U_{Ver}$  ein Modellstrom nach der Beziehung

$$\frac{di}{dt} = \frac{1}{Li} [U_{Ver} - i \cdot R_{Spule}]$$

mit

$$Li = \frac{\partial \Psi}{\partial i}$$

elektrische Induktivität,  $i \cdot R_{Spule}$  = Spannungsabfall des Widerstandes der Ventilschleife, gebildet wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass als Wert für die elektrische Induktivität  $Li$  eine konstante Grösse verwendet wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die in dem Magnetventil-Modell nach der Beziehung

$$\frac{di}{dt} = \frac{1}{Li} [U_{Ver} - i \cdot R_{Spule}]$$

vernachlässigte Gegeninduktionsspannung die Differenzgrösse des Modellstromes zu dem Ventilstrom bildet.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die ermittelte Differenzgrösse über eine Fehleranpassungs-Konstante  $K1$  an den Eingang des Beobachters rückgekoppelt wird.

16. Einrichtung zum Einstellen eines Bremsdruckes über ein Ventil, mit einer Ermittlungseinheit zum Ermitteln einer Stellgrösse des Ventils in einer ABS-, ASR-, ESP-, EHB-, ACC- und dgl. geregelten Fahrzeugbremsanlage aus einem Soll-Bremsdruck, Ist-Bremsdruck und einer die Bewegungsgeschwindigkeit des Ventils wiedergebenden Grösse, gekennzeichnet durch

eine erste Ermittlungseinheit zum Ermitteln eines vom Soll-Bremsdruck abhängigen Schließsignales (Offset),

eine zweite Ermittlungseinheit zum Ermitteln eines Schließimpulses aus dem Vergleich eines aktuellen Wertes des Soll-Bremsdruckes mit einem zeitlich zurückliegenden Wert des Soll-Bremsdruckes,

einer dritten Ermittlungseinheit zum Ermitteln eines Stellsignales aus dem Vergleich des Soll-Bremsdruckes mit dem Ist-Bremsdruck,

einer vierten Ermittlungseinheit zum Ermitteln eines Dämpfungssignales aus der Bewegungsgeschwindigkeit des Ventils und

einer fünften Ermittlungseinheit zum Ermitteln der Stellgrösse aus der Summation des Schließsignales, des Schließimpulses, des Stellsignales und des Dämpfungssignales.

17. Einrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die vierte Ermittlungseinheit Mittel zur Division der Bewegungsgeschwindigkeit durch die Differenz des Soll-/Ist-Bremsdruckes aufweist.

18. Einrichtung zum Ermitteln einer die Bewegungsgeschwindigkeit eines Aktuators eines Ventils wiedergebenden Grösse, in einer ABS-, ASR-, ESP-, EHB-, ACC- und dgl. geregelten Fahrzeugbremsanlage vorzugsweise nach einem der Ansprüche 1 bis 17, mit einem Magnetventil-Modell der Bewegungsgeschwindigkeit eines unbewegten Aktuators des Ventils, einen Vergleich für Modellausgangswerte und entsprechende Messwerte oder davon abgeleitete Werte, und einer Ermittlungseinrichtung zum Ermitteln der Bewegungsgeschwindigkeit des Aktuators nach Maßgabe des Vergleichsergebnisses.

19. Einrichtung nach Anspruch 18, gekennzeichnet durch erste Mittel zum Ermitteln eines Modellstromes nach der Beziehung

$$\frac{di}{dt} = \frac{1}{Li} [U_{Ver} - i \cdot R_{Spule}]$$

mit

$$Li = \frac{\partial \Psi}{\partial i}$$

elektrische Induktivität,  $i \cdot R_{Spule}$  = Spannungsabfall des Widerstandes der Ventilschleife aus der Stellgrösse  $U_{Ver}$ , zweiten Mitteln zum Ermitteln des Ventilstromes aus der Stellgrösse  $U_{Ver}$  anhand gemessener Werte, und dritten Mitteln zum Ermitteln der Bewegungsgeschwindigkeit nach Maßgabe des Ventil- und des Modellstromes.

20. Einrichtung nach Anspruch 18 oder 19 dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Mittel einen Addierer zum vor-



zeichenrichtigen Summieren von einer Fehleranpassungs-Konstanten  $K_1$ , der Ableitung des Modellstromes und der Stellgröße  $U_{\text{ver}}$  aufweisen.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig 1

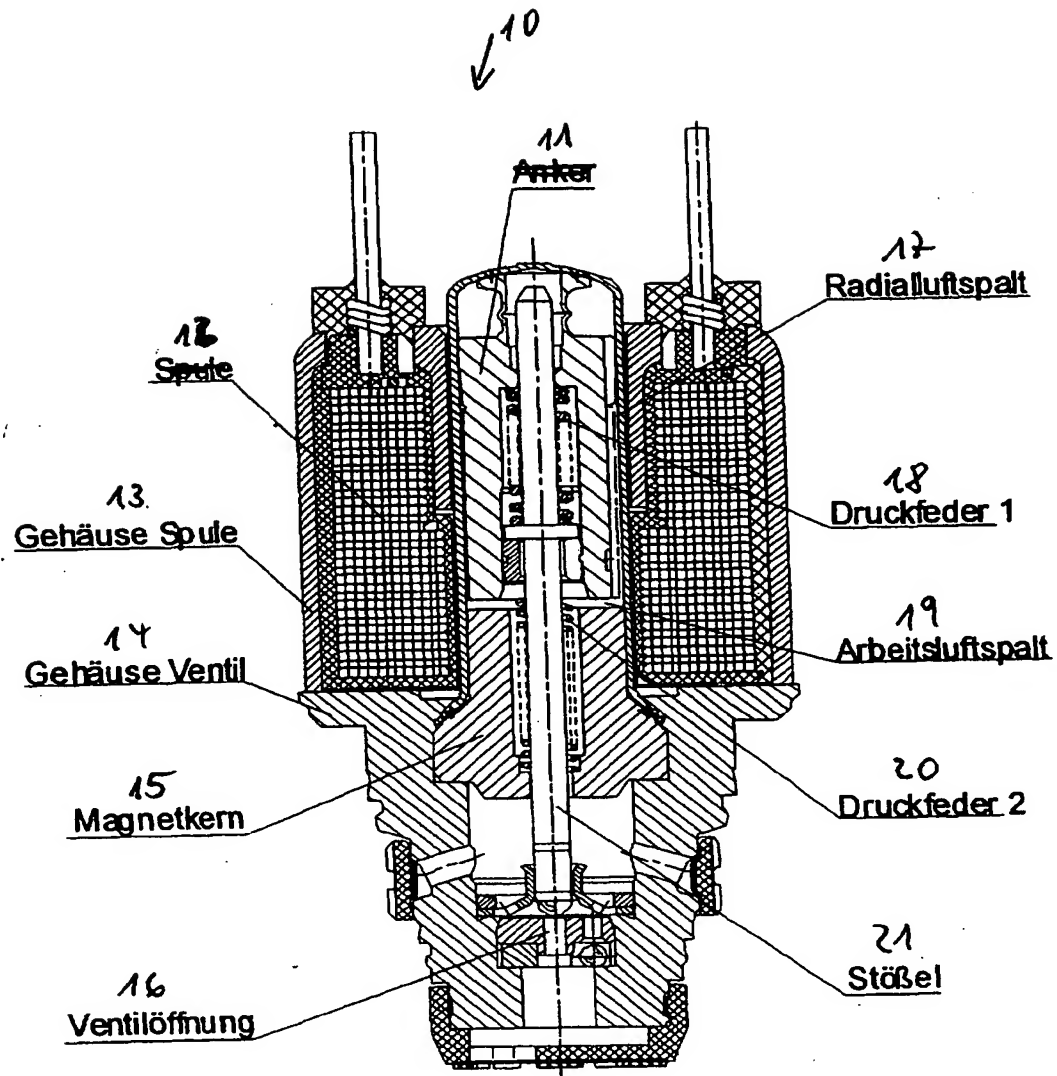


Fig 2

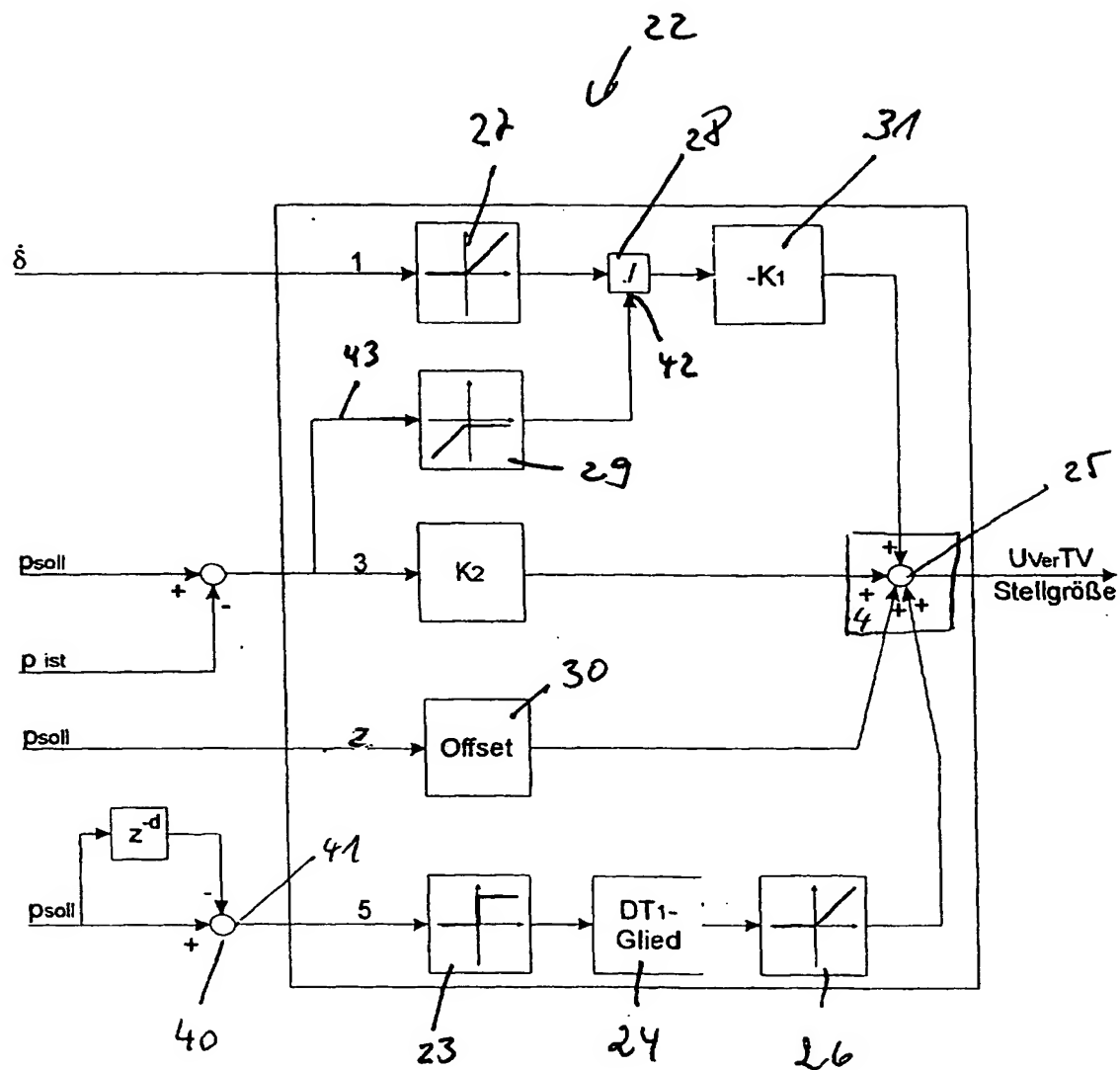


Fig. 3

